همبستگی بین منگنز عصاره‌گیری شده به وسیله پنج روش با خصوصیات خاک و پاسخهای گیاه سویا در خاکهای آهکی استان فارس

سید علی غفاری‌نژاد شهر بابکی و نجف‌علی کریمیان*

چکیده

تعداد ۲۲ نمونه خاک (از عمق ۰ تا ۲۰ سانتیمتری) استان فارس با روشهای DTPA، $NH_4H_2PO_4$ 1/5M، H_3PO_4 0/1N، Na_2EDTA 0/05M و Na_2EDTA 1٪ عصاره‌گیری شده و در یک آزمایش گلخانه‌ای هفت هفته‌ای به کار رفت. طرح آزمایشی فاکتوریل ۲۲x۳ با ۲۲ خاک (رس ۱۶ تا ۶۳ درصد، پ‌هاش ۷/۸ تا ۸/۲، قابلیت هدایت الکتریکی ۳۲۰ تا ۱۷۸۰ دسی زیمنس بر متر، کلسیم کربنات معادل ۲۸ تا ۶۳ درصد، ماده آلی ۱٫۱ تا ۴٫۹ درصد، ظرفیت تبادل کاتیونی ۹ تا ۲۷ سانتی‌مول در کیلوگرم و منگنز عصاره‌گیری شده با DTPA ۴ تا ۲۴ میلیگرم در کیلوگرم)، ۳ سطح منگنز مصرفی (۰، ۱۰ و ۲۰ میلیگرم در کیلوگرم به صورت منگنز سولفات)، سه تکرار و گیاه سویا [Glycine max (L.) Merr.] رقم ویلیامز بود.

مصرف منگنز وزن خشک گیاه را از ۴ تا ۱۰۴ ٪ (میانگین ۱۲٪ نسبت به شاهد) افزایش داد، اما بر غلظت منگنز گیاه تأثیر معنی‌داری نداشت. جذب کل منگنز به وسیله گیاه به طور معنی‌داری افزایش یافت ولی بازیابی ظاهری منگنز بسیار ناچیز (۰/۰۵٪) بود. پ هاش، کلسیم کربنات معادل و رس خاک از خصوصیات موثر در عصاره‌پذیری منگنز تشخیص داده شد. منگنز عصاره‌گیری شده با DTPA، به تنهائی (با سطح بحرانی ۱۳ میلیگرم در کیلوگرم خاک) یا همراه با برخی خصوصیات خاک، تنها شکل منگنزی بود که پیش‌بینی قابل قبولی از پاسخهای گیاهی به دست داد.

واژه‌های کلیدی – *منگنز، سویا، خاکهای آهکی، عصاره‌گیرهای منگنز، روش DTPA،سطح بحرانی منگنز*

مقدمه

منگنز یک عنصر غذائی ضروری برای گیاه است. این عنصر در فعال نمودن آنزیم‌های مختلفی در گیاه نقش داشته، در متابولیسم کربوهیدرات‌ها، آمینواسیدها و پدیده‌های فتوشیمیایی نقش مهمی ایفا می‌کند (۲ و ۲۳). منگنز عمدتاً به شکل یون Mn^{2+} از خاک جذب می‌شود. حد بحرانی آن در برگهای بالغ ۱۰ تا ۲۰ میلیگرم در کیلوگرم وزن خشک برگ است و در پائین‌تر از این حد مقدار کلروفیل، فتوسنتز و در نتیجه وزن ماده خشک کاهش می‌یابد (۱۹).

غلظت منگنز در پوسته زمین به طور متوسط ۱۰۰۰ میلیگرم در کیلوگرم و مقدار کل آن در خاکها بین ۲۰ تا ۳۰۰۰ میلیگرم در کیلوگرم است (۳۰). این عنصر دارای ظرفیتهای مختلف از +۱ تا +۷ بوده و در خاکهای زراعی به صورت +۲ و +۴ یافت می‌شود. ویژگیهای خاک، عوامل گیاهی و برهمکنش

---

*- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.4.5.5]

این عوامل در منطقه ریشه بر جذب منگنز به وسیله گیاه تأثیر دارد. قابلیت استفاده منگنز بیش از هر عامل دیگری تحت تأثیر پ‌هاش قرار می‌گیرد، هر چند که مقدار مواد آلی خاک، وضعیت تهویه، و تغییر در شرایط اکسایش و کاهش نیز تأثیر قابل توجهی بر تغییر شکل منگنز و در نتیجه بر قابلیت استفاده آن برای گیاه دارد. خاکهای آهکی و به ویژه خاکهایی که زه‌کشی ضعیفی داشته و مقدار ماده آلی آنها نسبتاً زیاد است از جمله خاکهایی هستند که احتمال کمبود منگنز قابل استفاده گیاه در آنها زیاد است (۳۲). فراوانی هیومیک اسید در خاکهای دارای ماده آلی زیاد باعث کم شدن قابلیت استفاده منگنز می‌شود (۲۵). ازدیاد پ‌هاش در چنین شرایطی باعث استحکام پیوند Mn^{2+} با اسیدهای آلی شده (۲۲) و احتمال کمبود منگنز را بیشتر می‌سازد.

درباره وضعیت منگنز خاکهای آهکی ایران اطلاعات زیادی در دست نیست. کاشی راد (۳ و ۴) تأثیر مفید منگنز به کار رفته در خاک باجگاه استان فارس را بر عملکرد دانه گندم گزارش کرد. امامی و بهبهانی‌زاده (۱) ارتباط منگنز قابل عصاره‌گیری پنج خاک منطقه کرج با غلظت منگنز را در گیاه ذرت مطالعه کردند. یثربی و کریمیان (۵) توزیع شکلهای مختلف منگنز را در ۲۰ نمونه خاک اراضی زیر سد درودزن استان فارس گزارش نمودند. غلامعلی‌زاده آهنگر و همکاران (۱۵) نیز تأثیر مثبت مصرف منگنز را بر رشد گیاه سویا در خاکهای اراضی زیر سد درودزن استان فارس گزارش کردند.

عصاره‌گیرهای متعددی برای تخمین قابلیت استفاده منگنز در خاک به کار رفته است. از جمله این روشها می‌توان به روش DTPA اشاره کرد که به وسیله لیندسی ونورول (۲۱) ابداع شده و در خاکهای نزدیک به خنثی و یا آهکی نتایج قابل قبولی داده است (۱۳، ۱۴، ۲۱ و ۲۹). تأثیر مساعد کوددهی فسفر بر جذب منگنز نشان می‌دهد که بنیان فسفات ممکن است عصاره‌گیر مناسبی برای ارزیابی وضعیت منگنز خاک باشد (۹، ۱۶، ۱۷ و ۲۴). غلامعلی‌زاده آهنگر و همکاران (۱۵) عصاره‌گیرهای حاوی EDTA را برای خاکهای آهکی مناسب اعلام نمودند.

پژوهش حاضر با هدفهای زیر به اجرا درآمد:

۱- مطالعه وضعیت منگنز در خاکهای آهکی استان فارس.

۲- تعیین همبستگی بین پاسخهای گیاهی و منگنز عصاره‌گیری شده به وسیله چند عصاره‌گیر.

۳- واسنجی روشها و تعیین سطح بحرانی آنها در خاکهای استان فارس.

۴- به دست آوردن روابط کمی بین منگنز عصاره‌گیری شده و خصوصیات خاک.

مواد و روشها

غلامعلی‌زاده آهنگر و همکاران (۱۵) قبلاً مطالعاتی پیرامون وضعیت منگنز در خاکهای اراضی زیر سد درودزن، که منطقه نسبتاً کوچکی از استان فارس است، انجام داده‌اند. لذا تحقیق حاضر با هدف به دست آوردن چنین اطلاعاتی در سطح استان به اجرا درآمد. بدین منظور با استفاده از گزارشهای خاک‌شناسی، ۴۰ نمونه از افق سطحی (۰ تا ۲۰ سانتیمتر) سری‌های عمده خاکهای زراعی سراسر استان فارس جمع‌آوری و پس از هوا خشک کردن و گذراندن از الک ۲ میلیمتری، برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیائی آنها به شرح زیر تعیین گردید: پ هاش خمیر اشباع به وسیله الکترود شیشه‌ای، رس به وسیله هیدرومتر، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش جایگزینی با آمونیوم استات (۱۱)، ماده آلی به روش اکسایش با کرومیک اسید و سپس تیتره کردن کرومیک اسید باقی‌مانده با فروس آمونیوم سولفات (۱۸)، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک با هدایت سنج الکتریکی، کلسیم کربنات معادل به روش خنثی‌سازی با کلریدریک اسید (۷) و منگنز خاک با روش DTPA (۲۱). تعداد ۲۲ نمونه از خاکها که دارای بیشترین تنوع در خصوصیات اندازه‌گیری شده بودند در آزمایش گلخانه‌ای به کار رفت. نام سری و برخی از خصوصیات خاکهای اخیر در جدول ۱ نشان داده شده است. منگنز خاکهای به کار رفته در گلخانه، علاوه بر روش DTPA (۲۱)، که کم و بیش به عنوان روش استاندارد تخمین وضعیت منگنز در خاکهای آهکی دنیا

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.4.5.5]

جدول ۱- نام سری و برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیائی خاکهای به کار رفته در گلخانه *

شماره	سری خاک	EC (dSm^{-1})	pH	رس (٪)	ماده‌آلی (٪)	CEC ($cmolkg^{-1}$)	CCE (٪)	DTMn ($mgkg^{-1}$)
۱	گرم آباد	۱/۴۳	۸/۰	۵۳	۱/۹	۱۷	۳۷	۲۴
۲	سپیدان	۱/۲۱	۷/۸	۴۵	۴/۸	۲۷	۳۹	۲۲
۳	سرمیدان	۰/۷۳	۸/۱	۲۹	۲/۳	۱۱	۵۵	۱۷
۴	میمند	۰/۵۸	۸/۰	۴۰	۳/۸	۲۰	۴۷	۱۶
۵	دالین	۰/۳۲	۸/۰	۴۱	۲/۲	۲۱	۲۸	۱۵
۶	خلیلی	۰/۳۶	۸/۱	۴۷	۳/۲	۲۵	۳۶	۱۵
۷	سرتلی	۰/۳۶	۸/۰	۴۶	۲/۲	۲۲	۵۳	۱۴
۸	حسام‌آباد	۰/۶۰	۸/۰	۵۰	۲/۴	۱۸	۳۹	۱۲
۹	مره	۱/۲۶	۷/۹	۳۰	۲/۹	۱۷	۳۷	۱۲
۱۰	کرسیا داراب	۰/۷۱	۸/۰	۳۱	۲/۶	۱۶	۴۹	۱۲
۱۱	جادشت	۰/۴۴	۸/۱	۳۱	۱/۹	۱۷	۵۱	۱۱
۱۲	هاشم‌آباد	۰/۸۱	۷/۹	۵۰	۲/۳	۲۱	۴۴	۱۱
۱۳	ارژن	۰/۵۲	۸/۲	۲۲	۱/۵	۱۱	۵۵	۱۰
۱۴	جهان‌آباد	۰/۹۰	۷/۹	۶۳	۲/۵	۲۳	۴۳	۱۰
۱۵	بیضا	۰/۵۸	۸/۲	۶۰	۲/۳	۲۵	۴۳	۷
۱۶	گزک	۱/۷۸	۸/۰	۵۴	۴/۹	۲۰	۵۰	۷
۱۷	منارو	۰/۹۸	۸/۲	۴۰	۲/۱	۱۵	۴۷	۶
۱۸	کتل	۰/۷۶	۸/۱	۲۳	۱/۹	۱۲	۶۱	۶
۱۹	سروستان	۰/۹۸	۷/۹	۱۶	۱/۱	۱۱	۳۸	۶
۲۰	معصوم‌آباد	۱/۳۶	۸/۰	۶۲	۱/۹	۱۸	۵۰	۵
۲۱	چیتگر	۰/۳۵	۸/۱	۱۸	۱/۴	۹	۵۹	۴
۲۲	قنبری	۰/۵۳	۸/۰	۲۷	۱/۹	۱۰	۶۳	۴

* - EC قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع، pH پ هاش خمیر اشباع، CEC ظرفیت تبادل کاتیونی، CCE کلسیم کربنات معادل و DTMn منگنز عصاره‌گیری شده به وسیله DTPA می‌باشد.

شناخته شده است، با چهار روش دیگر (دو روش حاوی بنیان فسفات و دو روش حاوی عامل کلاته‌کننده EDTA) نیز اندازه‌گیری شد. تفصیل روشهای اندازه‌گیری منگنز در جدول ۲ ارائه گردیده است.

آزمایش گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل ۳ x ۲۲ در ۳ تکرار شامل ۲۲ خاک (جدول ۱) و ۳ سطح منگنز (۰، ۱۰ و ۲۰ میلیگرم منگنز از منبع منگنز سولفات) بدین شرح اجرا شد: معادل ۲ کیلوگرم خاک خشک در داخل کیسه‌های پلاستیکی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.4.5.5]

جدول ۲- تفصیل روشهای مختلف عصاره‌گیری منگنز

عصاره‌گیر	زمان تکان‌دادن	نسبت محلول:خاک	منبع روش	علامت اختصاری
۱/۵M $NH_4H_2PO_4$	۶۰ دقیقه	۱:۵	(۲۶)	APMn
۰/۱N H_3PO_4	۶۰ دقیقه	۱:۵	(۲۶)	PAMn
۰/۰۵M Na_2EDTA	۱۵ دقیقه	۱:۵	(۲۵)	EDMn۱
٪۱Na_2EDTA	۱۲۰دقیقه	۱:۱۰	(۹)	EDMn۲
۰/۰۰۵M DTPA	۱۲۰دقیقه	۱:۲	(۲۱)	DTMn

جداگانه ریخته شد و عناصر غذائی نیتروژن، فسفر، آهن، مس و روی به ترتیب در مقادیر ۲۵، ۵۰، ۵، ۵، و ۱۰ میلیگرم در کیلوگرم به صورت محلولهای آبی NH_4NO_3، $Ca(H_2PO_4)_2.H_2O$، FeEDDHA، $CuSO_4.5H_2O$، و $ZnSO_4.7H_2O$ اضافه گردید. در هفته چهارم کشت گیاه نیز ۲۵ میلیگرم نیتروژن در کیلوگرم به خاک گلدانها افزوده و بدین ترتیب جمع نیتروژن دریافتی گیاه به ۵۰ میلیگرم در کیلوگرم رسانده شد. تیمارهای منگنز (۰، ۱۰ و ۲۰ میلیگرم در کیلوگرم) به صورت محلول آبی $MnSO_4.4H_2O$ همراه با سایر عناصر به خاک درون کیسه‌ها افزوده و پس از مخلوط کردن خاک درون هر کیسه، رطوبت آن با آب مقطر به حدود ظرفیت مزرعه رسانده شد. پس از سه روز خاک هر گلدان به خوبی مخلوط و به داخل گلدانهای جداگانه منتقل گردید و در هر گلدان ۱۰ عدد بذر سویا [*Glycine max* (L.) Merr.] رقم ویلیامز کاشته و ۱۲ روز بعد از کشت، تعداد گیاهان به سه بوته یکنواخت در هر گلدان تنک شد. آبیاری با آب مقطر به منظور نگهداری رطوبت در حدود ظرفیت مزرعه (به روش توزین گلدانها) و سایر مواظبتهای زراعی به عمل آمد. در پایان هفته هفتم کشت، گیاهان از ناحیه طوقه قطع، با آب مقطر شستشو و سپس در آون با دمای ۶۵ درجه سلسیوس خشک و وزن ماده گیاهی هر گلدان یاداشت گردید. نمونه‌های گیاهی نیز در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس خاکستر و در کلریدریک اسید دو مولار حل شد. غلظت منگنز با دستگاه جذب اتمی Shimadzu AA-۶۷۰ اندازه‌گیری گردید. وزن خشک گیاه، غلظت منگنز در گیاه، و جذب کل منگنز (حاصلضرب وزن خشک در غلظت) به عنوان پاسخهای گیاهی به کار رفت. عملکرد نسبی نیز از رابطه [۱] محاسبه گردید.

$$\text{عملکردنسبی} = \frac{\text{وزن خشک گیاه در تیمار صفر منگنز}}{\text{حداکثر وزن خشک گیاه در تیمار ۱۰ یا ۲۰ منگنز}} \times ۱۰۰ \qquad [۱]$$

تشکیل معادله‌های رگرسیون و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از روشهای تجزیه واریانس و آزمونهای F و دانکن انجام شد. برنامه‌های رایانه‌ای MSTATC و COSTAT بدین منظور به کار رفت.

نتایج و بحث

منگنز عصاره‌گیری شده از خاکهای تیمار نشده قبل از کشت در جدول ۳ و همبستگی بین روشهای مختلف عصاره‌گیری در جدول ۴ نشان داده شده است. قدرت عصاره‌گیری روشهای پنجگانه به کار رفته در آزمایش حاضر به شرح زیر می‌باشد (جدول ۳):

EDMn۲ > EDMn۱ > DTMn > APMn

چنان که دیده می‌شود روشهای حاوی EDTA (EDMn۱ و EDMn۲ جدول ۲) دارای قدرت بیشتری برای عصاره‌گیری منگنز از خاکهای آهکی می‌باشند. این موضوع که به وسیله غلامعلی‌زاده آهنگر و همکاران (۱۵) نیز گزارش شده ممکن

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.4.5.5]

جدول ۳- منگنز عصاره‌گیری شده خاکها با پنج روش به کار رفته در آزمایش*

شماره‌خاک	منگنزعصاره‌گیری‌شده(میلیگرم‌درکیلوگرم)				
	DTMn	APMn	PAMn	EDMn۱	EDMn۲
۱	۲۴	۱/۷۶	۱۲	۳۶	۴۵
۲	۲۲	۱/۵۳	۲۷	۳۶	۴۶
۳	۱۷	۲/۲۱	۱۴	۲۹	۳۹
۴	۱۶	۱/۱۱	۱۰	۳۰	۳۹
۵	۱۶	۰/۲۰	۱۸	۳۶	۴۹
۶	۱۵	۰/۴۲	۱۳	۲۳	۳۳
۷	۱۴	۰/۲۰	۴	۲۲	۳۰
۸	۱۲	۰/۷۸	۱۱	۲۴	۳۳
۹	۱۲	۰/۷۳	۳۲	۲۴	۳۴
۱۰	۱۲	۱/۰۳	۱۴	۲۷	۳۷
۱۱	۱۱	۱/۴۰	۵	۲۵	۳۴
۱۲	۱۱	۰/۰۲	۱۱	۲۷	۳۵
۱۳	۱۰	۰/۶۳	۱۷	۲۳	۳۰
۱۴	۱۰	۱/۴۹	۷	۳۰	۳۹
۱۵	۷	۰/۱۸	۸	۲۶	۳۴
۱۶	۷	۰/۷۱	۴	۲۵	۲۹
۱۷	۶	۱/۴۰	۱۳	۲۳	۲۸
۱۸	۶	۱/۴۹	۱۷	۱۷	۱۹
۱۹	۶	۳/۸۳	۶۳	۳۶	۴۲
۲۰	۵	۰/۲۱	۷	۲۶	۳۴
۲۱	۴	۰/۰۰	۷	۱۲	۱۵
۲۲	۴	۰/۷۰	۱۰	۱۵	۲۴
میانگین	۱۱	۱/۰۰	۱۵	۲۶	۳۴

* - علائم اختصاری در جدول ۲ شرح داده شده است.

است ناشی از وجود مقدار قابل ملاحظه‌ای منگنز کربناتی در این خاکها باشد. در روشهای جداسازی شکلهای شیمیائی عناصر کم مصرف خاک از EDTA برای جداسازی شکل کربناتی استفاده می‌شود. یثربی و کریمیان (۵) با استفاده از این روشها مشاهده کردند که ۲ر۱۱ تا ۸ر۳۰ درصد منگنز موجود در خاکهای اراضی زیر سد دورودزن به شکل کربناتی بوده و پس از

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.4.5.5]

جدول ۴- ضرایب همبستگی (r) بین روشهای عصاره‌گیری منگنز*

	DTMn	EDMn۲	EDMn۱	PAMn
APMn	۰/۱۳ ns	۰/۳۵ ns	۰/۴۵ *	۰/۶۸**
PAMn	۰/۱۴ ns	۰/۳۴ ns	۰/۴۲ ns	
EDMn۱	۰/۶۳ **	۰/۹۷ **		
EDMn۲	۰/۶۹ **			

* - علائم اختصاری در جدول ۲ شرح داده شده است.

ns، * و ** - به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح پنج درصد و در سطح یک درصد

شکل تتمه (شکل مینرالی غیرقابل استفاده گیاهی) فراوان‌ترین شکل منگنز بومی در خاکهای آهکی است.

عصاره‌گیرهای حاوی بنیان فسفات (APMn و PAMn جدول ۲) از نظر قدرت عصاره‌گیری تفاوت قابل ملاحظه‌ای با یکدیگر نشان دادند (جدول ۳). این تفاوت محتملاً به علت پ‌هاش کمتر PAMn می‌باشد که باعث انحلال بیشتر ترکیبات منگنز خاک شده است. معادله‌های رگرسیون بسیار معنی‌داری ($P<۰/۰۰۱$) بین منگنز عصاره‌گیری شده با برخی از روشها و خصوصیات خاک به دست آمد:

$$EDMn۱ = ۱۵۴ - ۱۳/۵pH - ۰/۴۴CCE \qquad R^۲ = ۰/۶۱ \quad [۲]$$

$$EDMn۲ = ۱۶۹ - ۱۳/۴pH - ۰/۶۰CCE \qquad R^۲ = ۰/۶۲ \quad [۳]$$

$$PAMn = ۸۵ - ۰/۹۴CCE - ۰/۶۶Clay \qquad R^۲ = ۰/۶۰ \quad [۴]$$

که در آنها EDMn۱، EDMn۲ و PAMn منگنز عصاره‌گیری شده (میلیگرم منگنز در کیلوگرم خاک) با روشهای مختلف به شرح جدول ۲ و pH، CCE و Clay به ترتیب پ هاش، کلسیم کربنات معادل (درصد) و رس خاک (درصد) می‌باشد. چنان که ملاحظه می‌شود پ‌هاش، کلسیم کربنات معادل و رس خاک از خصوصیات مؤثر در عصاره‌پذیری منگنز به روشهای مختلف می‌باشند. غلامعلی‌زاده آهنگر و همکاران (۱۵) نیز نتیجه کم و بیش مشابهی را گزارش کرده و علاوه بر آن ظرفیت تبادل کاتیونی را نیز یکی دیگر از عوامل مؤثر در عصاره‌پذیری منگنز اعلام نمودند. دان و شوکلا (۱۲) تأثیر پ هاش و کلسیم کربنات معادل را بر عصاره‌پذیری منگنز از ۲۵ خاک هندوستان گزارش کردند.

ضرایب همبستگی بین منگنز عصاره‌گیری شده با روشهای پنجگانه در جدول ۴ نشان داده شده است. قوی‌ترین همبستگی ($r=۰/۹۷$) بین EDMn۱ و EDMn۲ مشاهده شد که امری بدیهی است، زیرا ماده مؤثره هر دو روش EDTA می‌باشد (جدول ۲). ضریب همبستگی بین سایر روشها معنی‌دار نبوده یا در صورت معنی‌دار بودن، مقدار آن چندان قابل ملاحظه نیست. برای نمونه، بالاترین مقدار ضریب بعدی یعنی ۰/۶۹ که بین DTMn و EDMn۲ مشاهده شده به معنی توضیح فقط ۴۷/۶ درصد ($R^۲=۰/۶۹^۲=۰/۴۷۶$) از تغییرات مشاهده شده است که برای یک همبستگی خطی چشمگیر نیست.

نتایج وزن خشک، عملکرد نسبی، غلظت منگنز، و جذب کل منگنز اندام هوائی سویا در جدول ۵ و میانگین اثر اصلی منگنز بر پاسخهای گیاهی در جدول ۶ نشان داده شده است. در جدول ۶ درصد افزایش در وزن خشک ناشی از کاربرد منگنز و همچنین بازیابی ظاهری منگنز به کار رفته در پرانتز نشان داده شده است. مصرف منگنز باعث افزایش وزن خشک و جذب کل منگنز در اکثر خاکهای مورد آزمایش گردید (جدول ۵)، به طوری که اثر اصلی منگنز بر وزن خشک و جذب کل منگنز از

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.4.5.5]

جدول ۵- وزن خشک، عملکرد نسبی، غلظت منگنز و جذب کل منگنز اندام هوائی سویا در سطوح مختلف منگنز مصرفی (هر عدد میانگین سه تکرار است.)

شماره خاک	وزن‌خشک‌گیاه (گرم‌درگلدان) منگنزمصرفی			عملکردنسبی (٪)	غلظت‌منگنزدرگیاه (میلیگرم‌درکیلوگرم) منگنزمصرفی			جذب‌کل‌منگنز (میکروگرم‌درگلدان) منگنزمصرفی		
	۰	۱۰	۲۰		۰	۱۰	۲۰	۰	۱۰	۲۰
۱	۴/۵۷	۵/۲۹	۵/۵۳	۸۳	۲۰/۳	۲۱/۸	۲۱/۹	۹۳	۱۱۵	۱۲۰
۲	۵/۲۰	۵/۳۹	۵/۸۴	۸۹	۱۴/۱	۱۴/۸	۱۶/۵	۷۳	۷۹	۹۷
۳	۵/۳۹	۵/۵۲	۵/۵۸	۹۶	۱۵/۴	۱۳/۸	۱۴/۲	۸۲	۷۶	۷۹
۴	۴/۳۴	۴/۶۶	۵/۲۳	۸۳	۱۵/۹	۱۷/۲	۱۵/۹	۶۹	۸۰	۸۴
۵	۳/۷۰	۴/۱۳	۴/۰۸	۹۰	۱۹/۷	۱۶/۹	۱۹/۰	۷۳	۶۹	۷۷
۶	۴/۲۶	۴/۱۸	۴/۶۴	۹۲	۱۱/۹	۱۳/۰	۱۰/۸	۵۱	۵۴	۵۰
۷	۳/۸۱	۴/۴۵	۴/۴۱	۸۶	۹/۳	۱۱/۳	۱۱/۸	۳۵	۵۱	۵۳
۸	۴/۳۵	۴/۳۸	۵/۵۹	۷۸	۱۳/۲	۱۳/۱	۱۱/۷	۵۶	۵۷	۶۵
۹	۴/۱۸	۴/۷۵	۴/۸۵	۸۶	۱۲/۸	۱۴/۸	۱۱/۷	۵۳	۷۰	۵۷
۱۰	۴/۲۷	۵/۲۲	۵/۴۲	۷۹	۱۴/۰	۱۳/۸	۱۴/۵	۵۹	۷۱	۷۹
۱۱	۴/۶۴	۶/۵۰	۵/۵۳	۷۱	۱۵/۲	۱۲/۱	۱۴/۹	۶۹	۷۷	۸۲
۱۲	۳/۵۵	۳/۹۶	۴/۴۵	۶۹	۹/۴	۹/۷	۹/۸	۲۸	۳۹	۴۳
۱۳	۴/۴۹	۴/۹۲	۵/۳۴	۸۴	۱۵/۳	۱۴/۲	۱۵/۰	۶۹	۷۰	۷۹
۱۴	۲/۶۷	۳/۴۵	۵/۴۰	۴۹	۱۱/۰	۹/۹	۱۱/۳	۲۹	۳۳	۶۱
۱۵	۲/۶۳	۳/۹۱	۳/۹۹	۶۶	۸/۹	۱۰/۱	۸/۹	۲۳	۳۹	۳۶
۱۶	۴/۴۰	۵/۰۴	۵/۲۹	۸۳	۱۰/۸	۱۱/۱	۱۱/۴	۴۷	۵۶	۶۰
۱۷	۴/۵۱	۵/۲۳	۵/۳۶	۸۴	۱۴/۸	۱۵/۱	۱۵/۵	۶۶	۷۹	۸۲
۱۸	۳/۲۹	۴/۴۵	۴/۸۴	۶۸	۸/۳	۸/۷	۹/۲	۲۷	۳۸	۴۵
۱۹	۳/۲۷	۴/۹۷	۵/۲۶	۷۱	۱۰/۹	۱۰/۱	۹/۱	۴۲	۵۰	۴۸
۲۰	۳/۷۶	۴/۹۱	۵/۷۷	۶۵	۱۱/۰	۱۱/۱	۱۱/۲	۴۱	۵۴	۶۵
۲۱	۳/۷۵	۴/۶۲	۴/۹۳	۷۶	۹/۴	۱۱/۸	۱۲/۸	۳۵	۵۴	۶۳
۲۲	۳/۵۹	۵/۱۶	۵/۵۴	۶۵	۱۰/۴	۹/۹	۱۰/۶	۳۷	۵۱	۵۹

نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). تأثیر اصلی منگنز بر غلظت منگنز در اندام هوائی از نظر آماری معنی‌دار نبود و حتی در برخی از خاکها مصرف منگنز کاهش غلظت آن در اندام هوائی را باعث گردید (جدول ۵). این کاهش غلظت را می‌توان به اثر رقت ناشی از افزایش وزن خشک نسبت داد. تأثیر معنی‌دار کاربرد منگنز بر افزایش وزن خشک سویا به

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.4.5.5]

جدول ۶- اثر اصلی منگنز بر وزن خشک، غلظت منگنز، و جذب کل منگنز اندام هوائی سویا (هر عدد میانگین ۶۶ گلدان است.)*

سطح منگنز مصرفی (میلیگرم‌درکیلوگرم)	وزن خشک (گرم در گلدان)**		غلظت منگنزدر گیاه (میلیگرم‌درکیلوگرم)	جذب کل منگنز (میکروگرم‌درگلدان)***	
۰	۴/۰۳^{c}		۱۲/۸^{a}	۵۳^{c}	
۱۰	۴/۷۸^{b}	(۱۱/۹)	۱۲/۹^{a}	۶۲^{b}	(۰ر۰۵)
۲۰	۵/۱۳^{a}	(۱۲/۷)	۱۳/۱^{a}	۶۸^{a}	(۰ر۰۴)

* - درهر ستون میانگینهایی که حرف مشترک دارند در سطح یک درصد فاقد تفاوت معنی‌دار هستند.

** - اعداد داخل پرانتز نشان دهندهٔ درصد افزایش وزن خشک نسبت به سطح صفر منگنز است.

*** - اعداد داخل پرانتز نشان دهنده بازیابی ظاهری منگنز مصرفی است که از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{درصد بازیابی ظاهری} = \frac{(\text{جذب کل منگنز در سطح صفر} - \text{جذب کل منگنز در سطح مورد نظر})}{(\text{میکروگرم منگنز مصرفی در گلدان})} \times ۱۰۰$$

وسیله پژوهشگران مختلفی (۶، ۸، ۱۵، ۲۳، ۲۶، ۲۷ و ۲۸) گزارش شده است. در آزمایش حاضر، میانگین افزایش وزن خشک برای خاکها در سطح ۱۰ و ۲۰ منگنز به ترتیب ۹ر۱۱ و ۷ر۱۲ درصد محاسبه گردید (جدول ۶). البته در یکی از خاکها (خاک ۱۴ جدول ۵) این رقم ۱۰۴ درصد و در دیگری (خاک ۳ جدول ۵) فقط ۴ درصد بود. کاهش غلظت منگنز گیاه به دنبال مصرف آن در خاک به وسیله پژوهشگران دیگر نیز گزارش شده است (۶ و ۱۵).

بازیابی ظاهری بسیار ناچیز منگنز مصرفی (جدول ۶) نشانگر ظرفیت بسیار زیاد خاکهای آهکی برای تبدیل سریع شکل محلول منگنز به شکلهای کمتر محلول و موقتاً غیرقابل استفاده منگنز می‌باشد. غلامعلی‌زاده آهنگر و همکاران (۱۵) نیز بازیابی بسیار ناچیز منگنز را در خاکهای آهکی مشاهد نمودند. کریمیان و غلامعلی‌زاده آهنگر (۲۰) علت ناچیز بودن بازیابی ظاهری را نگهداری منگنز به وسیله ذرات جامد خاک دانسته و پس از مطالعه این پدیده با استفاده از همدماهای جذب سطحی، ظرفیت تبادل کاتیونی، درصد ماده آلی و درصد کلسیم کربنات معادل خاک را عوامل مؤثر بر این نگهداری دانستند. نامبردگان ماده آلی و ذرات کلسیم کربنات را به عنوان محلهای نگهداری منگنز در خاک پیشنهاد نمودند.

معادله‌های رگرسیون بسیار معنی‌داری (P<۰/۰۱) به شرح زیر بین پاسخهای گیاهی و روش DTMn به دست آمد:

$$DM0=۴/۰۴+۰/۰۹DTMn-۰/۰۶CEC \quad R^{۲}=۰/۴۷ \quad [۵]$$

$$RY=۷۴/۲+۱/۳۴DTMn-۰/۲۸Clay \quad R^{۲}=۰/۴۵ \quad [۶]$$

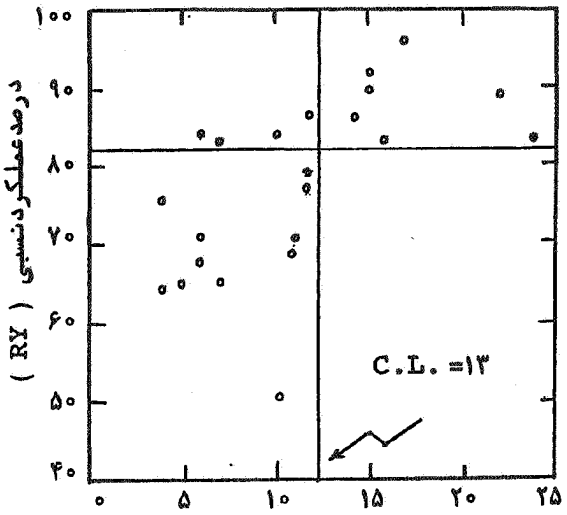
$$MnCONC=۸/۳+۰/۴۰DTMn \quad R^{۲}=۰/۴۵ \quad [۷]$$

$$MnUP=۲۴/۷+۲/۵DTMn \quad R^{۲}=۰/۵۰ \quad [۸]$$

که در آنها DTMn منگنز عصاره‌گیری شده با روش DTPA (جدول ۲) بر حسب میلیگرم در کیلوگرم، DM0 وزن خشک گیاه در سطح صفر منگنز بر حسب گرم در گلدان، RY عملکرد نسبی بر حسب درصد، MnCONC غلظت منگنز بر حسب میلیگرم منگنز در کیلوگرم گیاه، MnUP جذب کل منگنز بر حسب میکروگرم منگنز در گلدان، Clay درصد رس و CEC ظرفیت تبادل کاتیونی بر حسب سانتی‌مول بار در کیلوگرم خاک می‌باشد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.4.5.5]



شکل ۱- نمودار پراکنشی تعیین سطح بحرانی منگنز به‌روش کیت - نلسون

چنانکه در معادله‌های [۵] تا [۸] ملاحظه می‌شود DTMn تنها روش اندازه‌گیری است که به تنهائی یا همراه با برخی از خصوصیات خاک قادر به پیش‌بینی پاسخهای گیاهی در سطح اطمینان نسبتاً خوبی (در حدود ۵۰ درصد) می‌باشد. طبق گزارش غلامعلی‌زاده آهنگر و همکاران (۱۵) هیچ کدام از روشهای نه گانه عصاره‌گیری آنان به تنهائی قادر به پیش‌بینی قابل قبولی از پاسخهای گیاهی نبود، لذا ترکیبی از چند روش را برای این کار پیشنهاد کردند. سینگ و سینگ (۳۱) همبستگی معنی‌داری بین DTMn و غلظت منگنز در پنج گیاه مورد آزمایش خود به دست آوردند. سیمز و جانسون (۳۰) پس از مروری بر مطالعات انجام شده درباره عصاره‌گیرهای مختلف منگنز نتیجه گرفتند که برای بهتر نمودن پیش‌بینی پاسخهای گیاهی بایستی علاوه بر سطح آزمون خاک، خصوصیاتی از قبیل ماده آلی، درصد کلسیم کربنات، بافت و بخصوص پ هاش را در معادله‌های رگرسیون وارد نمود.

در مطالعه حاضر، با توجه به برتری نسبی DTMn، سطح بحرانی آن در خاک با استفاده از روش نموداری کیت - نلسون (۱۰) تعیین گردید، که این مقدار معادل ۱۳ میلیگرم منگنز در کیلوگرم خاک به دست آمد (شکل ۱). بنابراین می‌توان گفت که گیاهان روئیده بر خاکهای با سطح آزمون خاک DTMn کمتر از ۱۳ میلیگرم منگنز در کیلوگرم خاک، به احتمال زیاد به کاربرد منگنز پاسخ مثبت خواهند داد.

نتیجه گیری

بر اساس نتایج این آزمایش می‌توان اعلام کرد که برخی خاکهای آهکی استان فارس احتمالاً دارای کمبود منگنز می‌باشند. در شرایط مشابه این آزمایش، از میان روشهای مطالعه شده، DTPA با سطح بحرانی ۱۳ میلیگرم منگنز در کیلوگرم خاک مناسب‌ترین روش برای تشخیص کمبود است. این روش، به ویژه هنگامی که همراه با خصوصیاتی از خاک نظیر ظرفیت تبادل کاتیونی و رس خاک به کار رود، قادر به پیش‌بینی پاسخهای گیاهی در سطح قابل قبولی می‌باشد.

منابع مورد استفاده

۱- امامی، ع. و ع. ا. بهبهانی‌زاده. ۱۳۶۸. رابطه آهن، روی، منگنز و مس قابل جذب خاک با غلظت‌جذب شده آن توسط گیاه ذرت کشت شده در گلخانه (مقایسه روشهای عصاره‌گیری). مجموعه مقالات خاک و آب، شماره ۵ (۱۰)، ص ۲۰-۱.

۲- سالاردینی، ع. ۱۳۶۶. حاصلخیزی خاک. چاپ و انتشارات دانشگاه تهران، ص ۳۹۰ و ۳۹۱.

۳- کاشی راد، ا. ۱۳۵۳. تأثیر عناصر غذائی ازت، مس، روی و منگنز بر روی محصول و ترکیب شیمیائی گندم زمستانه. گزارش فعالیتهای مرکز تحقیقات دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، شماره ۱، ص ۱۳۳- ۱۰۷.

۴- کاشی راد، ا. ۱۳۵۵. تأثیر ازت و میکروالمنت‌ها بر روی عملکرد و ترکیب شیمیائی گندم. گزارش فعالیتهای مرکز تحقیقات دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، شماره ۳، ص ۱۴۷-۱۳۹.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.4.5.5]

۵- یثربی، ج. و ن. کریمیان. ۱۳۷۳. توزیع شکلهای مختلف منگنز در خاکهای آهکی. خلاصه مقالات چهارمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۶ تا ۹ شهریور ۱۳۷۳، ص ۴۷.

6- Alley, M. M., C.I. Rich, G. W. Hawkins and D.C. Martens. 1978. Correction of Mn defficiency of soybean. Agron. J. 70: 35-38.

7- Allison, L. E. and C. D. Moodie. 1965. Carbonate. P. 1379-1396. *In*: C. A. Black, et al. (ed.). Methods of Soil Analysis. Part 2. Agronomy Monograph. 9, Madison, WI.

8- Boswell, F. C., K. Ohki, M.B. Parker, L. M. Shuman and D. O. Wilson. 1981. Methods and rates of applied Mn for soybean. Agron. J. 73: 909-912.

9- Brown, A. L., J. Quick and J.L. Eddings. 1971. A comparison of analytical methods for soil zinc. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 35: 105-107.

10- Cate. R.B. Jr. and L.A. Nelson. 1971. A simple statistical procedure for partitioning soil test correlation data into two classes. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 35:658-660.

11- Chapman, H. D. 1965. Cation Exchange Capacity. P. 891-901. *In*: C. A. Black, et al. (ed.). Methods of Soil Analysis. Part 2. Agronomy Monograph 9, Madison, WI.

12- Dhane, S.S. and L.M. Shukla. 1995. Distribution of DTPA-extractable Zn, Cu, Mn and Fe in some soil series of Maharashtra and their relationship with some soil properties. J. Indian Soc. Soil Sci. 43: 597-600.

13- Dollar, S. G., D. R. Keeney and L. M. Walsh. 1971. Availability of Cu, Zn, and Mn in soils. III. Predictability and plant uptake. J. Sci. Food Agric. 22: 282-286.

14- Duanypatra, P., J. L. Sims and J. H. Ellis. 1979. Estimating plant available manganese in selected Kentucky soils. Soil Sci. 127: 35-40.

15- Gholamalizadeh Ahangar, A., N. Karimian, M. T. Assad and Y. Emam. 1995.Growth and manganese uptake by soybean in highly calcareous soils as affected by native and applied manganese and predicted by nine different extractants. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 6: 1441-1454.

16- Hammes, K. and K.C. Berger. 1960. Chemical extraction and crop removal of manganese from air-dried and moist soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 24: 361-364.

17- Hoff, D. J. and M. J. Mederski. 1958. The chemical estimation of plant-available soil manganese. Soil Sci. Soc Am. Proc. 22: 129-132.

18- Jackson, M. L. 1975. Soil Chemical Analysis. Advanced course, Univ. Wisconsin, College of Agriculture, Dept. Soils, Madison, WI.

19- Jones, J. B. Jr. 1991. Plant Tissue Analysis. P. 477-521 *In*: J.J. Mortvedt, et al. (ed). Micronutrients in Agriculture. 2nd ed. No. 4 Book Series, Soil Sci. Soc. Am., Inc., Madison, WI.

20- Karimian, N. and A. Gholamalizadeh Ahangar. 1998. Manganese retention by selected calcareous soils as related to soil properties. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 29:1061-1070.

21- Lindsay, W.L. and W.A. Norvell. 1978. Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421-428.

22- McBride, M. B. 1982. Electron spin resonance investigation of Mn^{2+} complexation in natural and synthetic organics. Soil Sci. Soc. Am. J. 46: 1137-1143.

23- Marschner, H. 1986. Functions of Mineral Nutrients: Micronutrients. Mineral Nutrition of Higher Plants. Inst. Plant Nutrition, Univ. Hohenheim, Federal Republic of Germany. PP. 269-340.

24- Pailoor, G., J. C. Shickluna and K. Lawton. 1970. Manganese availability in several Michigan soils.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.4.5.5]

Michigan State Univ. Agric. Exp. Sta. Rep. 97.

25- Pavanasasivam, V. 1973. Manganese studies in some soils with a high organic matter content. Plant Soil, 38: 245-255.

26- Randall, G. W., E. E. Schulte and R. B. Corey. 1975. Effect of soil and foliar applied Mn on the micronutrient content and yield of soybean. Agron. J. 67: 502-507.

27- Randall, G. W., E. E. Schulte and R. B. Corey. 1976. Correlation of plant manganese with extractable soil manganese and soil factors. Soil Sci. Soc. Am. J. 40: 282-287.

28- Salcedo, I. H., B. G. Ellis and R.E. Lucas. 1979. Studies in soil manganese. II. Extractable manganese and plant uptake. Soil Sci. Soc. Am. J. 43: 138-141.

29- Shuman, L. M. and Anderson. 1974. Evaluation of six extractants for their ability to predict manganese concentrations in wheat and soybeans. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 38:788-790.

30- Sims, J. T. and G.V. Johnson. 1991. Micronutrient Soil Tests. P. 427-476. *In*: J.J. Mortvedt, et al. (ed). Micronutrients in Agriculture. 2nd ed. No. 4 Book Series, Soil Sci. Soc. Am., Inc., Madison, WI.

31- Singh, V. and S. Singh. 1996. Relation of available micronutrients in soils. J. Indian Soc. Soil Sci. 44: 800-802.

32- Tisdale, S. L., W. L. Nelson and J. D. Beaton. 1985. Soil Fertility and Fertilizers. 4th ed. Macmillan Publishing Co., New York, NY.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.4.5.5]